

I-325

充腹断面橋桁タウトモデルの対風応答特性

建設省土木研究所 正員 佐藤 弘史

建設省土木研究所 正員 横山 功一

建設省土木研究所 神崎 一夫

1. まえがき

タウトモデル実験とは、張力を加えた2本のピアノ線で模型を支持し、対風応答を調べる実験であり¹⁾、自然風の乱れの特性を相似させやすいという点で2次元剛体模型実験より有利であり、また全体弾性模型に比べ安価に模型製作ができるという利点も持つ。長大橋梁の対風応答の推定にあたりタウトモデル実験がどの程度有効であるかを調べるため、充腹断面橋桁のタウトモデルを製作し、一様気流中および境界層乱流中で振動を計測した。さらに乱流中でのタウトモデルの応答を実橋における観測値と比較した。

2. 実験方法

2. 1. 模型

風および対風応答の現地観測が実施されている斜張橋の橋桁を縮尺1/200で模型化した。模型の断面形状を図1に示す。通常の高欄を有する模型およびフラップを取付けた模型を製作したが、これらの構造諸元および実橋の諸元を表1に示す。ねじれモードの対数減衰率を除けば模型および実橋の構造特性はほぼ相似であるといえる。

2. 2. 気流

気流としては乱れのほとんどない一様気流の他に、対風応答の比較を行う実橋における自然風と特性の近い境界層乱流も使用した。乱流の主な特性は次のとおりである。

- a. 平均風速の鉛直分布のべき指数: 0.16 (開けた草原の風²⁾に対応する)
- b. 橋桁模型高さにおける乱れ強さ: $I_u=11\%$, $I_w=7\%$ (平らな草原の風³⁾に対応する)
- c. 橋桁模型高さにおけるパワースペクトル密度関数: $f_B/Uz > 0.1$ において f_S/Uz^{**2} は平らな草原の風の値³⁾とほぼ一致する。

3. 実験結果

風向は橋軸直角方向に、傾斜角は0度にそれぞれ設定した。模型中央の振動変位と平均風速との関係を図2に示す。変位は、各風速における1分間のデータより最大振幅および標準偏差を求め、模型幅員で除して示している。主な対風応答特性は次のとおりである。

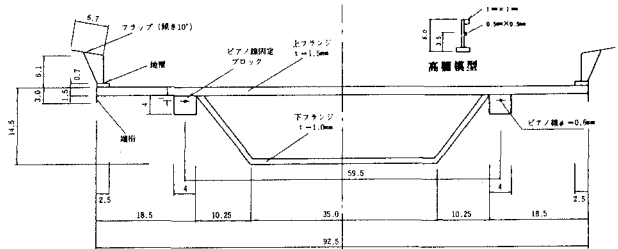


図1. 模型断面図

表1. 実験条件および実験ケース

ケース番号	模型	$m/(\rho B^2)$	$I/(\rho B^4)$	f_h/f_θ	δ_h	δ_θ	気流	備考
1	充腹断面橋桁(通常高欄)	25	1.1	3.6	0.017	0.097	一様気流	
2	充腹断面橋桁(フラップ)	25	1.1	3.6	0.018	0.099	一様気流	
3	充腹断面橋桁(通常高欄)	25	1.1	3.5	0.021	0.118	乱流	
4	充腹断面橋桁(フラップ)	25	1.1	3.6	0.021	0.117	乱流	実橋の現地観測結果と比較
実橋		23	0.94	3.1	0.026-0.014-0.039	0.018		

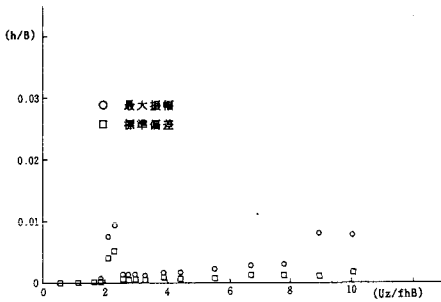


図 2. 1. 対風応答（実験ケース1）

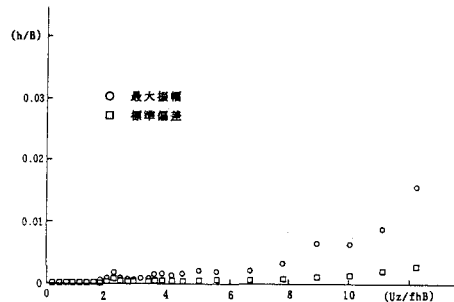


図 2. 2. 対風応答（実験ケース2）

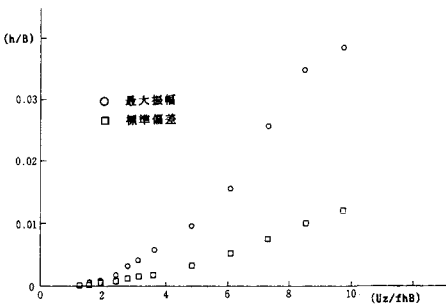


図 2. 3. 対風応答（実験ケース3）

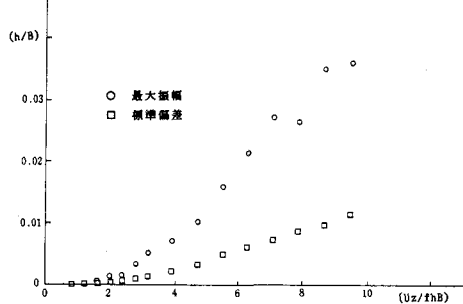


図 2. 4. 対風応答（実験ケース4）

- a. 通常の高欄を取付けた模型は一様気流中で無次元風速(U_z/fhB)2.0~2.5の範囲で鉛直たわみモードの渦励振が発現する(実験ケース1)。
- b. フラップを取付けることによりこの渦励振の振幅は著しく減少する(実験ケース2)。
- c. 乱流中では通常高欄の場合もフラップ付きの場合も渦励振は発現せず、鉛直たわみモードのパフェッティングが観測された(実験ケース3、4)。

実験ケース4は実橋の条件に最も近いものと考えられたため、実橋において観測された応答値と比較した。結果を図3に示す。実橋においては風速約30m/sまでのデータが得られており、応答は主として鉛直たわみモードのパフェッティングと考えられている。この風速範囲に限れば実橋において観測された応答とタウトモデル実験より推定される値とは概ね一致していると見ることができる。

4. まとめ

以上の結果よりタウトモデル実験は、充腹断面橋桁を有する長大橋梁の対風応答を推定するために有効な手段の一つであると考えられる。今後はトラス橋桁のタウトモデル実験について検討を行う予定である。

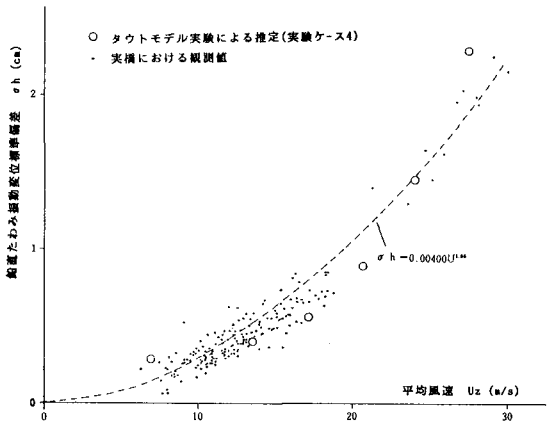


図 3. 実橋の対風応答とタウトモデル実験の推定値

参考文献

- 1) A.G.Davenport, N.Isymov and T.Miyata: The Experimental Determination of the Responses of Suspension Bridges to Turbulent Flow, 1971
- 2) A.G.Davenport: Wind Structure and Wind Climate, 1978
- 3) ESDU: Engineering Science Data, Wind Engineering, 1982